

スマートフォンによる 工事情報提供が迂回行動に与える影響

栗木 優一¹・福島 淳²・多屋 優人³・
徐 文臻⁴・亀岡 弘之⁵・小野 智弘⁶

¹非会員 株式会社KDDI総合研究所(〒102-8460 東京都千代田区飯田橋3-10-10)
E-mail:yi-kuriki@kddi-research.jp

²非会員 中日本高速道路株式会社(〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-18-19)
E-mail:a.fukushima.aa@c-nexco.co.jp

³非会員 KDDI株式会社(〒102-8460 東京都千代田区飯田橋3-10-10)
E-mail:ma-taya@kddi.com

⁴非会員 株式会社KDDI総合研究所(〒102-8460 東京都千代田区飯田橋3-10-10)
E-mail:we-xu@kddi-research.jp

⁵正会員 中日本高速道路株式会社(〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-18-19)
E-mail:h.kameoka.aa@c-nexco.co.jp

⁶非会員 株式会社KDDI総合研究所(〒102-8460 東京都千代田区飯田橋3-10-10)
E-mail:ono@kddi-research.jp

高速道路の老朽化対策としてリニューアル工事が実施されているが、工事期間中の渋滞対策として、効果的な迂回行動の促進が必要である。本研究では、2019年5月から7月に実施された「小田原厚木道路リニューアル工事」を対象に、心理効果を加えた提示情報（3種類）の違いがユーザの迂回行動に与える影響をアンケート分析と位置情報分析を用いて考察を行った。アンケート分析では、対象工事の影響を受けうるユーザ（3,096名）に対して、工事期間前後にアンケートを2回実施し、位置情報分析では、工事期間中にスマートフォンを通じて提示情報を配信し、閲覧したユーザの迂回行動有無を確認した。結果、箱根訪問時に自身で運転しない人にはシミュレーション効果を含む情報提供が通常の工事情報、報酬効果と比較して効果的であることが確認された。

Key Words : 心理効果, 迂回促進, 渋滞, 位置情報, アンケート

1. はじめに

日本の高速道路は、名神高速道路（栗東～尼崎間）が最初に開通してから50年以上を経て、老朽化の進展とともに、厳しい使用環境による変状の増加や新たな変状の発生などが顕在化してきている。これに対し高速道路会社では、高速道路リニューアルプロジェクトとして、2015年度から15年間をかけて全国の高速道路の大規模更新および大規模修繕工事（以下「リニューアル工事」）に取り組んでいる。しかし、リニューアル工事は、長期にわたる車線規制を伴うため、通常の交通量でも交通渋滞が発生する可能性がある。この課題に対して高速道路会社では、ホームページ等を通してリニューアル工事の工事情報と迂回経路の案内（以下「工事情報」）を実施することで、利用者に自発的な迂回行動を促している

が、より効果的な情報提供を必要としている。

一方、心理学の領域では、人間の心的属性や認知バイアス、報酬効果等の心理効果を考慮した情報をユーザに提供することで、特定の行動を促進させる研究が実施されている。

そこで、本研究の一連の検討では、リニューアル工事によって発生する渋滞を対象に、心理効果を加えた工事情報の提供による迂回行動への影響について検討する。

2. 先行研究

心理効果を考慮してユーザに特定の行動を促進する研究の1つとしてHariら²⁾は、Persuasive Systems Designを提案しており、ユーザに対して情報提供を行うシステムに求められる前提条件を満たした上で、対象ユーザのユー

ザ属性を考慮して、利用すべき心理効果を選択していく必要があることを述べている。小林ら³⁾は、人間の性格を Bigfive⁴⁾で分類し、認知バイアスを用いて作成された複数の広告のクリック率を比較すると、性格と認知バイアスの組み合わせによってクリック率に差があることを確認している。迂回行動の促進においても、通常の工事情報を全員に配信するのではなく、属性によって配信内容を変えることで、より効果的な工事情報の配信ができる可能性がある。

一方、交通渋滞緩和に対して心理効果を用いた研究の 1 つとして、Eran ら⁵⁾は、オランダの幹線道路にて平日朝のラッシュアワーに発生する交通渋滞を対象に、報酬効果を用いてピークシフトの促進を行なっている。結果、対象者の 9 割が対象の幹線道路をラッシュアワー時に利用していたが、渋滞情報（どのくらいの渋滞が発生しているか等）と報酬を提供した期間では、ラッシュアワー時の対象の幹線道路の利用者が 2 割にまで低減することを確認している。しかし、Brickman ら⁶⁾によれば、報酬効果は、報酬に対する耐性がつき、これまでと同等の効果を求めようとすると、より大きな報酬が必要になることが示唆されている。その課題に対して岡田ら⁷⁾は、内発的動機付けに着目し、ゲーミフィケーションを用いてピークシフトを促進するスマートフォンアプリを開発し、サービスエリアでの休憩の促進を行なっている。結果、上述のアプリを利用して走行することで、最良条件で 8 割の確率で休憩行動を誘発できることを確認している。

しかし、上述の先行研究では、それぞれの心理効果による効果を述べているものの、どちらの方がより効果があるのかの比較までは行っていない。そこで本研究では、迂回行動の促進に効果的と思われる心理効果を予備調査から検討し、通常の工事情報と予備調査で検討した心理効果を加えた工事情報、さらに、報酬効果を加えた工事情報（3 種類）を比較することで、心理効果の違いによる迂回行動への影響を比較検討する。

3. 実験方法

本章では、本研究で行った予備調査、アンケート分析、位置情報分析の実験方法について述べる。

(1) 実験設計

本研究の実験フローを図 1 に示す。まず、予備調査では、工事期間中に提供する情報に加える心理効果を決定するために Web アンケートを実施する。その結果を踏まえて、スマートフォン向けの Web ページとして、3 種類の工事情報（以下「提示情報」）を作成する。

次に、アンケート分析と位置情報分析を行う。まず、アンケート分析では、事前アンケートと事後アンケート

からなる 2 回の Web アンケートを実施する。事前アンケートは「迂回意向」に着目しており、提示情報による対象道路の利用意向の変化および提示情報間の迂回意向の違いを確認することを目的とする。また、事後アンケートは「迂回行動」に着目し、提示情報による対象道路の利用動向の変化および提示情報間の迂回行動の違いを確認することを目的としている。次に、位置情報分析は「実環境における迂回行動」に着目し、提示情報による対象道路の利用動向の変化および提示情報間の迂回行動の違いを確認する。情報提示を行うにあたり、ポータルアプリ内でバナー広告を配信し、事前に許諾を得たユーザ（以下「同意取得ユーザ」）のうち、提示情報を閲覧したユーザの位置情報から迂回行動の有無を確認する。なお、位置情報の利用にあたっては、ID の匿名化処理を行い、個人が特定できない形式にした上で、迂回行動の有無の人数を集計し、統計データとして比較する。2 つの調査の対象者が重複する場合があるが、ユーザを紐付けることが不可能なため、2 つの調査結果を組合せた分析は実施しない。

本研究では、対象工事を 2019 年 5 月 7 日から 7 月 19 日に実施する「小田原厚木道路リニューアル工事」⁸⁾とした。小田原厚木道路（以下「対象道路」）は、主に首都圏在住者が箱根方面へ行く際に利用する道路であり、迂回経路は東名高速道路や西湘バイパスなどである。対象道路と迂回経路を図 4 に示す。本研究では、東京方面から箱根方面への移動を往路、箱根方面から東京方面への移動を復路と表現することとする。

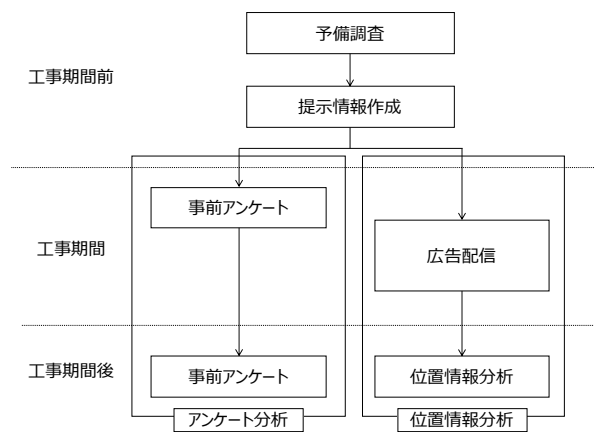


図 1 実験フロー



図 2 対象道路と迂回経路

(2) 予備調査

本節では、迂回行動の促進に効果がある可能性をもつ心理効果を選定するために実施した予備調査について述べる。

a) 調査設計

マクロミル社のアンケートサービスを活用し、2019年1月16日から1月19日にかけて、工事期間中に提供する情報に加える心理効果を決定する上での予備調査として、Webアンケートを実施する。予備調査は、「北海道・沖縄県以外の居住者」かつ「運転免許を所持」かつ「直近1年以内に高速道路を利用したことがあるスマートフォンユーザー」を対象とする。年齢、性別などのデモグラフィック属性に関する質問を除くと3問の設問で構成される。具体的には、(I) 出発前に交通渋滞が発生していた場合の対応有無（選択肢：迂回経路を調べる／迂回経路を調べない）、(II) 避けたいと思う渋滞表現の順序付け、(III) コンテンツが提供されたときの迂回行動の意向（選択肢：迂回しようと思う／どちらかといえば迂回しようと思う／どちらかといえば迂回しようと思わない／迂回しようと思わない）について聴取する。表1, 2は、それぞれ予備調査で提示した渋滞表現、コンテンツを示したものである。また、予備調査では、渋滞の目安を「渋滞距離：5km、所要時間：25分」としている。(II)では渋滞表現として、避けたいと思う表現を1位から3位まで順位をつけて回答してもらい、次に、1位の渋滞表現と併せてコンテンツが提供された場合の迂回行動の意向について聴取する。

表1 予備調査で提示した渋滞表現

1	5kmの渋滞
2	5kmの渋滞、25分程度の渋滞予測
3	5kmの渋滞、普段より長い渋滞
4	5kmの渋滞、明確な所要時間が予測できない渋滞である
5	5kmの渋滞、お盆の時の渋滞と同レベル
6	5kmの渋滞、普段のガソリン消費量と比較して50円程度の損
7	5kmの渋滞、あの渋滞時のイライラをまた味わいますか？
8	5kmの渋滞、あの渋滞時の尿意や空腹をまた味わいますか？

表2 予備調査で提示したコンテンツ

1	迂回経路のマップ
2	迂回経路分の給油券
3	迂回経路の混雑状況
4	迂回経路上のお店の割引券・クーポン券
5	迂回経路の所要時間・距離

b) 結果

予備調査は、条件に当てはまる 2,066 名に対して実施した。はじめに回答者選別設問にて不整合な回答（例：運転免許所持が前提条件であるが免許証の有効期限が切れていると回答）を行った 180 名を除外し、1,886 名を分析対象とした。図 3 は、(II)1 位から 3 位のいずれかで避けたいと思う渋滞表現として選択された率（以下「選択率」）を示したものである。予備調査では、渋滞表現のうち、「5km の渋滞、明確な所要時間が予測できない渋滞である」の選択率が 71% で最も高かった。次に、図 4 は (I) にて工事渋滞が発生した場合に迂回経路を調べないと回答した回答者（538 名）に限定し、(II) で選択した渋滞表現に加えて提示されたコンテンツが同時に提供された場合の迂回意向を示す。その結果、予備調査で提示したコンテンツのうち、「渋滞表現と混雑状況比較」が最も高い結果となった。

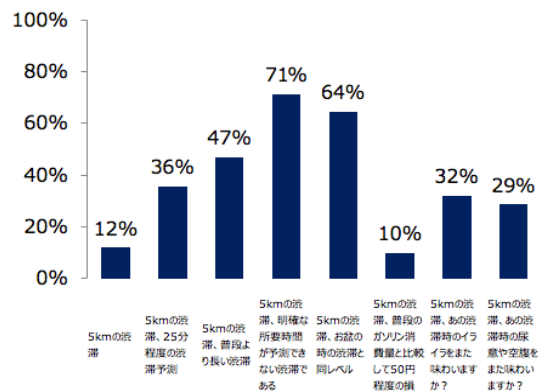


図3 渋滞表現の違いによる選択率の比較

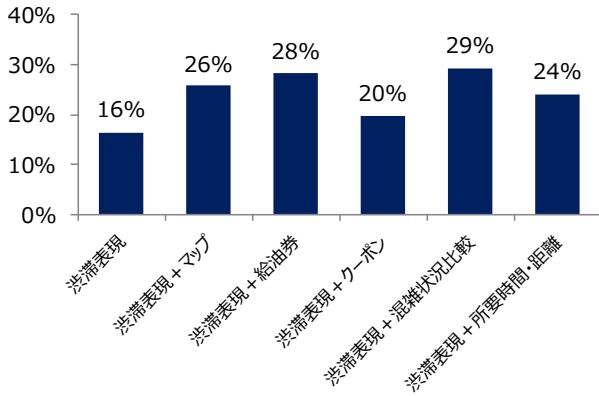


図4 コンテンツによる迂回意向の比較

(3) 提示情報

本研究では、3種類の提示情報を作成する。図5は、ポータルアプリでの配信時に表示するバナー画像であり、図6は本研究で作成した提示情報のうち、一部を抜粋したものである。情報の閲覧はスマートフォンで実施することになるため、提示情報はスマートフォン向けのWebページとした。図6に示すパターン1は、工事情報が含まれている。パターン2は、パターン1に報酬効果を意味するキャンペーン情報（「渋滞減らし隊キャンペーン」）を追加している。

「箱根行く人注目!」を追加している。キャンペーン情報の詳細は表3に示す。パターン3は、パターン1に加えて、(2)-b)の予備調査の結果から、渋滞表現を「明確な所要時間が予測できない渋滞である」に変更し、混雑状況比較として迂回経路（西湘バイパス）の写真を加えることで、シミュレーション効果を加えている。



図5 ポータルアプリでの配信バナー

パターン1

パターン2

パターン3

表3 渋滞減らし隊キャンペーン詳細

項目	詳細
参加方法	ステップ1 NEXCO 中日本公式スマートフォンアプリ「わくわくハイウェイ」をインストール ステップ2 「わくわくハイウェイ」上の本キャンペーンバナーからエントリー登録 ステップ3 キャンペーン対象区間を対象日時に通過（スマートフォン端末搭載のGPSで測位）
条件	<ul style="list-style-type: none"> 対象区間 <ul style="list-style-type: none"> 東名高速道路（下り）厚木 IC→御殿場 IC→国道 138 号線 東名高速道路（下り）厚木 IC→秦野中井 IC→県道 71 号線→小田原厚木道路（下り）二宮 IC→小田原西 IC 東名高速道路（下り）厚木 IC→大井松田 IC→国道 225 号線→小田原厚木道路（下り）小田原東 IC→小田原西 IC 小田原厚木道路（下り）平塚 IC→小田原西 IC 対象日時 2019年5月11日から7月7日の土曜日・日曜日（終日※） ※対象区間（小田原厚木道路（下り）平塚 IC→小田原西 IC）のみ、0:00～6:59 と 17:00～23:59 限定
特典	<ul style="list-style-type: none"> 2,3)部のSA・PAで利用可能な電子クーポン（200円） アンケートに回答すると上記のクーポンに加えて電子クーポン（500円）

提示情報（パター

(4) アンケート分析

本節では、アンケート分析について、事前アンケート、事後アンケートの調査方法を述べる。

a) 事前アンケート

マクロミル社のアンケートサービスを活用し、2019年5月15日から5月24日にかけて事前アンケートを実施する。まず、東京都、神奈川県、埼玉県に居住かつ2019年5月から7月において箱根地域へ訪問意向のあるスマートフォン利用者を対象者としている。表4は、箱根地域への訪問意向の詳細を示したものである。次に、対象者を4群(G1, 2, 3, 4)に分割し、G1は情報提示をしない群、G2はパターン1を提示する群、G3はパターン2を提示する群、G4はパターン3を提示する群としている。事前アンケートは、以下の3つのステップ(P1, 2, 3)で実施する。

P1 箱根に車で行く際の想定利用経路（小田原厚木道路、東名高速道路、西湘バイパス、その他、有料道路を利用せず一般道で行く、自分で経路を決め

ない、わからない)の聴取、

P2 提示情報を提示(G2, 3, 4)

P3 想定利用経路（同7項目）を再度聴取

事前アンケートでは、評価指標として、「対象道路利用意向(R1)」と「迂回意向(R2)」を定義している。R1は、P1 または P3 において対象道路を選択したかどうかであり、情報提示によって R1 が低減するかを確認する。R2 は、P1 において対象道路を選択する回答者（以下「対象道路利用意向者」）のうち、P3 にて対象道路以外を選択するかどうかであり、提示情報間で R2 に違いがあるかを確認する。なお、R2 では、P3 において、「自分で決めない」、「わからない」と回答した回答者は除外している。また評価指標の比較では、各群においてχ二乗検定を行ない、有意差があった場合は、ライアン法による多重比較で各群の有意差の有無を検定した。

表4 箱根地域への訪問意向

1	自分で車を運転して、5月～7月に箱根に行く予定がすでにある
2	自分で車を運転して、5月～7月に箱根に行くかもしれない
3	自分で車を運転しないが、5月～7月に車で箱根に行く予定がすでにある
4	自分で車を運転しないが、5月～7月に車で箱根に行くかもしれない
5	車以外の乗物で5月～7月に箱根に行く予定がすでにある
6	車以外の乗物で5月～7月に箱根に行くかもしれない
7	箱根に行く予定はない
8	わからない

b) 事後アンケート

マクロミル社のアンケートサービスを活用し、2019年7月19日から7月29日にかけて事前アンケートの対象者に対して以下の2つのステップ(A1, 2)で事後アンケートを実施する。

A1 箱根地域への訪問有無（選択肢：箱根に複数回行った／箱根に1回行った／箱根に行こうと思っていたが箱根に行くのをやめた／もともと箱根に行こうと思っていなかったため箱根に行かなかった）、訪問手段（選択肢：車／車以外（バス等含む））の聴取

A2 A1で箱根地域の訪問有るか訪問手段が車である回答者に対して、利用経路（選択肢：小田原厚木道路／東名高速道路／西湘バイパス／その他／有料道路を利用せず一般道で行った／自分で経路を決めなかった／わからない）を聴取

事後アンケートでは、評価指標として、「対象道路利用率(R3)」と「迂回率(R4)」を定義している。R3は、

A1にて対象道路を選択するかどうかであり、提示情報によってR3が下がるかを確認する。R4は、対象道路利用意向者のうち、A2にて対象道路以外を選択するかどうかであり、提示情報の違いによってR4に差があるかを確認する。なおR4では、A2で「自分で決めない」、「わからない」と回答した回答者は除外している。また評価指標の比較では、事前アンケートと同様に、各群において χ^2 乗検定を実施し、有意差があった場合にライアン法による多重比較で各群の有意差の有無を検定した。

(5) 位置情報分析

本節では、位置情報分析について、提示情報配信と迂回行動分析の方法を述べる。

a) 提示情報配信

3種類の提示情報をポータルアプリを通して配信を行う。対象者は、auスマートフォン利用者かつ東京都・神奈川県・埼玉県居住者とし、対象者を4群(H1, 2, 3, 4)に分割した。H1は提示情報を配信をしない群、H2はパターン1を配信する群、H3はパターン2を配信する群、H4はパターン3を配信する群としている。配信期間は2019年5月17日から7月15日の金曜日、土曜日、日曜日、祝日の計28日間とし、配信時間は24時間である。配信期間中は、H2, 3, 4のユーザに対してポータルアプリで各提示情報に対応したバナーが表示され、バナーをクリックすることで提示情報に画面が遷移する。画面遷移は、図7の通りである。



図7 ポータルアプリでの画面遷移

b) 迂回行動分析

H1のユーザおよび前述したポータルアプリで配信する提示情報を閲覧した同意取得ユーザのうち、基地局情報に基づく位置情報履歴(CDRs: Call Detail Record)を用いて、ユーザの迂回有無(対象道路を利用しなかったかどうか)を確認する。なお、CDRsの利用にあたっては、IDの匿名化処理を行い、個人が特定できない形式にした上で、迂回有無で人数を集計し、統計データとして比較する。CDRsは、通信を行なった基地局の位置を示しており、ユーザ移動行動や通信行動に契機にログが生成されるため、不規則な周期で取得される。

まず、2019年5月17日から7月15日までに箱根エリ

ア(神奈川県足柄下郡箱根町)にログが出力されたユーザ(以下「箱根ログありユーザ」)に絞り、箱根エリアにログが出力された日を対象とし、1日の移動(以下「トリップ」)ごとに分析する。

次に、Kurokawaら⁹⁾の提案方式を元に以下の処理を行うことで、対象日のログから滞在点を判定する。詳細は図9で示す。

L1 対象日のログを閾値の時間ごとに分割する(以下「ブロック」)

L2 あるブロックから任意の数のブロックに含まれるログに対して Mean Shift Clustering を用いて重心点を求める

L3 Mean Shift Clustering で重心点が1つだった場合は、滞在点として判定する

L4 あるブロックの次のブロックから任意の数のブロックに含まれるログを Mean Shift Clustering で重心点を求める(最後のブロックが含まれるまで L2, 3 を繰り返す) 上記の処理を行なった後、滞在点として判定された重心点を用いて Mean Shift Clustering で重心点を求め、それぞれの重心点を滞在場所として抽出する。次に滞在場所のうち、箱根エリアで最も東に位置する滞在場所と対象道路の厚木 IC 以東のエリアで最も東に位置する滞在場所を OD として抽出する

迂回行動分析では、情報提示前の想定利用経路が不明のため、OD を結ぶ最短経路を情報提示前の想定利用経路とする。次に、最短経路上に対象道路が含まれるトリップ(以下「分析対象トリップ」)に絞って、ログを用いて往路、復路の迂回有無を確認する。なお、分析対象外として、車以外の移動手段を利用しているトリップ、提示情報をポータルアプリで閲覧する前に箱根エリアにログが出力されていたトリップ、厚木より東側にログが出力されていないトリップは除外している。また1トリップで箱根エリアと対象道路の厚木 IC 以東のエリアを往復しているトリップが存在するため、往路と復路それぞれに1トリップとして含めている。また評価指標として「迂回率(R5)」を定義した。R5は、最短経路上に対象道路が含まれるトリップのうち、対象道路以外を利用したかどうかである。

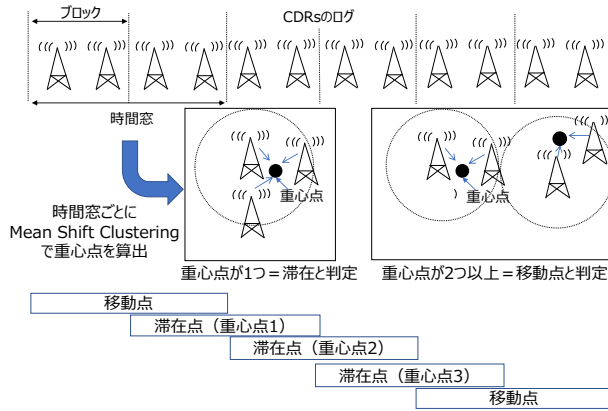


図 8 滞在判定イメージ

4. 実験結果

本節では上述した事前アンケート、事後アンケート、位置情報分析の実験結果について述べる。

a) 事前アンケート

事前アンケートは、条件を満たす 3,096 名に対して実施した。まず、G1, 2, 3, 4に分割した結果、各群774名となった。

表5は、情報提示群 (G2, 3, 4) において情報提示前後でのR1を比較した結果を示したものである。往路、復路の各群において、情報提示前後でR1が有意水準1%で低減していることを確認した。

表6は、対象道路利用意向者（往路：786名、復路：693名）に絞り、情報提示群においてR2を比較した結果を示したものである。有意水準5%で有意差を確認できた復路において、G2と比較してG3はR2が有意水準5%で低いことを確認した。

表7は、箱根地域訪問時の自身の運転意向有無で対象道路利用意向者を分類し、G2, 3, 4においてR2を比較した結果を示したものである。有意水準5%で有意差を確認できた「往路かつ自分で運転しない」と「復路かつ自分で運転」において、「往路かつ自分で運転しない」では、G2, 3と比較してG4はR2が有意水準5%で高く、「復路かつ自分で運転」では、G2と比較してG3はR2が有意水準5%で低いことを確認した。

表 5 情報提示前後の対象道路利用意向 (R1)

往路/復路	群	情報提示	人数	R1	χ ² 乗検定
往路	G2	前	774	34%	**
		後	774	14%	
	G3	前	774	37%	**
		後	774	16%	
G4	前	774	33%	**	
	後	774	14%		
復路	G2	前	774	32%	**
		後	774	12%	
	G3	前	774	30%	**
		後	774	14%	
G4	前	774	30%	**	
	後	774	13%		

** is p<0.01

表 6 情報提示群の迂回意向 (R2)

往路/復路	群	人数	R2	χ ² 乗検定
往路	G2	259	76%	n.s.
	G3	277	71%	
	G4	250	77%	
復路	G2	240	82%	*
	G3	227	70%	
	G4	226	78%	

n.s.:非有意 * is p<0.05

表 7 箱根地域訪問時の自身の運転意向有無と迂回意向 (R2)

往路/復路	箱根訪問時の自身の運転意向	群	人数	R2	χ ² 乗検定
往路	自身で運転	G2	209	77%	n.s.
		G3	223	72%	
		G4	212	74%	
	自身で運転しない	G2	50	74%	**
		G3	54	67%	
		G4	38	95%	
復路	自身で運転	G2	193	83%	*
		G3	180	70%	
		G4	196	76%	
	自身で運転しない	G2	47	77%	n.s.
		G3	47	72%	
		G4	30	90%	

n.s.:非有意 * is p<0.05 ** is p<0.01

b) 事後アンケート

事後アンケートは、事前アンケートの本調査回答者 3,096 名に対して実施し、2,679 名から回答を回収した。

まず、箱根地域に車で訪問したのは、1,242 名であった。

表 8 は、各群 (G1, 2, 3, 4) で R3 を比較した結果を示したものである。有意水準 5% で有意差を確認できた往路と復路において、往路では G1 と比較して G2, 3 は有意水準 1% で R3 が低いことを確認し、復路では G1 と比較して G2, 3 はそれぞれ有意水準 1%, 有意水準 5% で R3 が低いことを確認した。

表 9 は、対象道路利用意向者 (往路: 440 名 復路: 383 名) に絞り、各群において R4 を比較した結果を示したものである。有意水準 1% で有意差が確認できた往路において、有意水準 5% で R4 の有意差を確認することはできなかった。

表 10 は、箱根地域訪問時の自身の運転有無で対象道路利用意向者を分類し、R4 を比較した結果を示したものである。有意水準 5% で有意差が確認できた「往路かつ自分で運転した」において、有意水準 5% で R4 の有意差を確認することはできなかった。

表 11 は、事前アンケートで迂回意向があった回答者に絞って R4 を比較した結果を示したものである。有意水準 5% で有意差を確認できた往路において、有意水準 5% で有意差を確認することはできなかった。

表 8 各群の対象道路利用率 (R3)

往路/ 復路	群	人数	R3	X ² 乗 検定
往路	G1	295	42%	* *
	G2	339	32%	
	G3	300	35%	
	G4	308	29%	
復路	G1	295	36%	*
	G2	339	25%	
	G3	300	30%	
	G4	308	26%	

* is p<0.05 * * is p<0.01

表 9 対象道路利用意向者の迂回率 (R4)

往路/ 復路	群	人数	R4	X ² 乗 検定
往路	G1	127	37%	* *
	G2	102	53%	
	G3	112	38%	
	G4	99	55%	
復路	G1	113	41%	n.s.
	G2	88	49%	
	G3	89	43%	
	G4	88	56%	

n.s.:非有意 * * is p<0.01

表 10 箱根地域訪問時の自身の運転有無と迂回率 (R4)

往路/ 復路	箱根訪問時の 自身の運転有無	群	人数	R4	X ² 乗 検定
往路	自身で運転	G1	97	36%	*
		G2	84	52%	
		G3	79	39%	
		G4	81	54%	
	自身で運転しない	G1	30	40%	n.s.
		G2	18	56%	
		G3	33	33%	
		G4	18	56%	
復路	自身で運転	G1	88	41%	n.s.
		G2	77	49%	
		G3	65	49%	
		G4	73	53%	
	自身で運転しない	G1	25	40%	n.s.
		G2	11	45%	
		G3	24	25%	
		G4	15	67%	

n.s.:非有意 * is p<0.05 * * is p<0.01

表 11 迂回意向者の迂回率 (R4)

往路/ 復路	群	人数	R4	X ² 乗 検定
往路	G2	72	57%	*
	G3	75	37%	
	G4	79	54%	
	G1	72	57%	
復路	G2	71	49%	n.s.
	G3	63	41%	
	G4	70	60%	
	G1	72	57%	

n.s.:非有意 * is p<0.05

c) 位置情報分析

ポータルアプリを通して配信を実施し、迂回行動有無に関する結果を示す。本分析における対象者は、3章(5)-b)に示すように KDDI 株式会社がデータの利用同意を得ているユーザ (同意取得ユーザ) のみを対象とする。

情報配信を未実施の H1 および情報配信を実施した H2, 3, 4 のユーザの中で、箱根ログありユーザのトリップ数は、2,932 トリップ (H1 : 1,074 トリップ, H2 : 622 トリップ, H3 : 428 トリップ, H4 : 808 トリップ) であった。次に、車以外の移動手段を利用しているトリップ、提示情報を閲覧する前に箱根にログが出力されていたトリップ、厚木より東側にログが出力されていないトリップを除外し、トリップを往路・復路に分類した。なお、車以外の移動手段を利用しているトリップについては鉄道の路線情報を用いて抽出を実施した。表 12 は、上述で分

類されたトリップのうち最短経路に対象道路が含まれるトリップ（往路：45 トリップ・復路：41 トリップ）に絞って、各群(H1,2,3,4)のR5を比較した結果を示したものである。往路・復路どちらにおいても有意水準 5%でR5に有意差を確認できなかった。

表 12 各群(H1,2,3,4)の迂回率(R5)

往路/ 復路	各群	分析対象 トリップ	R5	フィッシャーの 正確確率検定
往路	H1	12	33%	n.s.
	H2	15	27%	
	H3	9	33%	
	H4	9	33%	
復路	H1	18	67%	n.s.
	H2	8	38%	
	H3	9	78%	
	H4	6	67%	

n.s.:非有意

5. 考察

本章では、アンケート分析と位置情報分析によって得られた結果について考察する。

(1) アンケート分析

アンケート分析では、事前アンケート、事後アンケートを実施し、迂回意向(R2)や迂回率(R4)について分析を行なった。本節では、4つの観点、具体的には、情報提示の効果、工事情報とシミュレーション効果の比較、報酬効果とシミュレーション効果の比較、工事情報と報酬効果について考察を行う。

まず、情報提示による効果では、事前アンケートにおいて、情報提示群における情報提供前後のR1が有意に低減し、事後アンケートにおいて、情報提示していないG1に対して、工事情報を提示したG2およびシミュレーション効果として写真を活用したG4ではR3が有意に低減したことから、本研究で作成した提示情報を活用することによって、R1およびR3を低減させることができ、迂回行動の促進に効果があることを確認できた。これはEranら³⁾において、渋滞情報のみの配信で効果があったことと同様の結果である。

通常の工事情報とシミュレーション効果の比較では、G2とG4に着目すると、回答者全体のR2およびR4において、共に統計的に有意な差を確認できなかったが、箱根地域訪問時の自身の運転意向有無、運転有無の観点に着目すると、自身で運転しない群において、R2に有意な差が確認された。一方で、R4は統計的に有意な差は見られなかった。箱根地域訪問時に自身で運転しない群

において、シミュレーション効果が迂回行動の促進に効果があったことの要因の一つとして、自身で運転しない人は、運転に不慣れであり、一般的な案内でよく利用される地図情報では迂回経路を想像しづらいため、シミュレーション効果が加えられたことで、迂回経路の状況が想像でき、通常の工事情報と比較して効果が高くなった可能性がある。今後の追加検証が必要である。

報酬効果とシミュレーション効果の比較では、報酬効果としてキャンペーン情報を活用したG3とG4に着目すると、統計的に有意な差は確認できていないが、報酬効果に比べてシミュレーション効果を利用した場合、R2およびR4は高い傾向があった。また、箱根地域訪問時の自身の運転意向有無、運転有無の観点から比較すると、自身で運転しない群では、R2で有意差が確認されたが、R4で有意差を確認できなかった。

通常の工事情報と報酬効果の比較では、G2とG3に着目すると、回答者全体のR2では有意差を確認できたが、R4では有意差を確認できなかった。また、箱根地域訪問時の自身の運転意向有無、運転有無の観点から、比較をすると、自身で運転する群において、R2では有意差を確認できたが、R4では有意差を確認できなかった。一方、Eranら³⁾は、報酬が提供される期間は渋滞情報のみの期間と比較してよりピークシフトの促進効果があり、本研究とは異なる傾向となっている。この要因について、本研究で提示したキャンペーン情報は、Eranら³⁾と比較して報酬金額が少ないことや報酬をもらうための条件が複雑であることが考えられるため、報酬の条件に着目した追加検証が必要である。

(2) 位置情報分析

位置情報分析では、ポータルアプリで提示情報の配信を行ない、提示情報を閲覧したユーザを対象に対象道路の利用動向の変化および提示情報間の迂回行動の違いを確認した。

提示情報間の迂回行動の違いについては、対象者数が少なく、統計的な有意差を確認できていないが、位置情報を用いて迂回有無を検証できることを確認できたため、今後、対象者数を増やすことで、本手法の有効性を確認する必要がある。対象者数を増やす方法の一つとして、配信対象者を増やすことによって、最終的な情報の閲覧者を増やすことが可能である。

6. まとめと今後の展望

本研究では、リニューアル工事によって発生する渋滞を対象として、心理効果の違いによる迂回行動への影響をアンケート分析と位置情報分析の2種類の分析を行った。

アンケート分析では、情報提示によって対象道路利用意向、対象道路利用率を低減できること、自身で運転しない人にはシミュレーション効果が通常の工事情報・報酬効果を比較して効果的であることが確認された。このことから、情報配信対象者を考慮する、すなわち、ドライバーではない人に対して情報配信を行う場合にはシミュレーション効果を加えた情報を配信することで迂回促進効果を期待できる。

一方、位置情報分析では、分析対象者を十分に確保できなかったため、提供情報の違いによる影響を確認することはできなかった。ただし、位置情報を用いて迂回有無を検証できることを確認できたため、今後、対象者数を増やすことなどで、本手法も実施予定である。

今後の課題として、報酬効果ならびにシミュレーション効果以外の心理効果を用いた情報による効果と比較することやより交通量が多い道路での実験を行うことで出現数を増やすこと、アンケートだけではなく、位置情報を用いた検証で提供情報の違いによる迂回行動の差を確認することが必要である。

謝辞

本研究の実施にあたり、多大な助言を与えてくださった株式会社アイデアラボ 大西まどか氏、浅野昭祐氏、児玉(渡邊)茉奈美氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 高速道路リニューアルプロジェクト , <https://www.nexco.co.jp/koushin/>, (最終閲覧日: 2019年10月4日)
- 2) Oinas-Kukkonen, Harri, and Marja Harjumaa. : Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. , *Communications of the Association for Information Systems*, Vol. 24, No28, 2009.
- 3) A. Kobayashi, Y. Ishikawa, and A. Minamikawa. : A Study on Effect of Big Five Personality Traits on Ad Targeting and Creative Design, *BT - Persuasive Technology: Development of Persuasive and Behavior Change Support Systems*, pp.257-269, 2019.
- 4) Goldberg, Lewis R. : The development of markers for the Big-Five factor structure, *Psychological assessment* Vol4 No26, 1992
- 5) Ben-Elia, E., & Ettema, D. : Changing commuters' behavior using rewards: A study of rush-hour avoidance, *Transportation Research Part F*, Vol. 14, pp.354-368, 2011.
- 6) Brickman, Philip. : Hedonic relativism and planning the good society, *Adaptation level theory*, pp 287-301, 1971.
- 7) 岡田直弥, 竹内俊貴, 谷川智洋, 鳴海拓志, 廣瀬通孝: 内発的動機付けに基づいた高速道路運転行動の誘発, *人工知能学会全国大会論文集 第31回全国大会(2017)*. pp 3L1OS12a2-3L1OS12a2 一般社団法人人工知能学会, 2017.
- 8) 小田原厚木道路 リニューアル工事 , <https://tomei-info.com/odawara/>, (最終閲覧日: 2019年10月4日)
- 9) Kurokawa, M., Watanabe, T., Muramatsu, S., Kanasugi, H., Sekimoto, Y., & Shibasaki, R. : Extracting people's stays from cellular network data. *NetMob2013*, pp115-117, 2013

(2019.10.4受付)

THE EFFECT OF TRAFFIC INFORMATION ON DETOUR BEHAVIOR

Yuichi KURIKI, Atsushi FUKUSHIMA, Masato TAYA,
Wenzhen XU, Hironori KAMEOKA, Chihiro ONO

In recent years, numbers of major express highways in Japan are under renewal constructions because of deterioration. To reduce traffic congestions during the construction period, efforts should be taken to improve the rate of detour behavior. In the present study, we aim to examine the effect of traffic information with psychological effects sent via smartphone on promotions of detour intention and behavior. The experiment consists three parts: Firstly, we conducted an online pre-questionnaire survey (n=3096) to test whether information with different psychological effects leads to differences in detour intention. We then sent the same participants a post questionnaire survey to examine the differences in detour behavior. Finally, to validate the results of longitudinal questionnaire surveys, we sent the same traffic information to smartphone users and examined their detour behavior during the experiment period. The results support the hypotheses that 1) appropriated traffic information improves detour intention and behavior; and 2) different psychological effects have different impacts.